gewissern, daß nicht während der genannten Operationen Stoffe, die nicht das Färbemittel bilden, hineinkommen. Schon das Zerkleinern der harten Edelsteine mit einem Stahlmörser ist eine Fehlerquelle, und da es sich oft um kleinste Mengen handelt, müssen ideal reine Reagentien genommen werden, was wieder eine große Schwierigkeit bildet, selbstverständlich müssen auch große Mengen verarbeitet werden, was wieder ebensolche Mengen von Säuren, Aufschlußmitteln verlangt.

Ich habe daher eine indirekte Methode angewandt, indem mit bestimmten Reagentien eine Anzahl von Borax- und Silikatgläsern von derselben Farbe wie die zu untersuchenden Edelsteine hergestellt wurden und diese der Einwirkung von Gasen, Sauerstoff, Stickstoff, Ammoniak, Chlor, Wasserstoff, Kohlenoxyd, Leuchtgas, Schwefeldampf gleichzeitig mit den betreffenden Edelsteinen unterworfen worden. Da aber die Permeabilität derselben erst bei Erhitzung beginnt, so ist es notwendig, dieselben zu erhitzen, was in manchen Fällen einen Übelstand bildet.

Solche Versuche hatte ich bereits 1893 begonnen, doch waren die Resultate keine besonders günstigen. Die Arbeiten wurden jetzt in meinem Laboratorium von stud. W. Hermann wieder aufgenommen und hat er hübsche Resultate erzielt, über die an anderer Stelle berichtet werden soll.

In Verbindung damit sollen Beobachtungen, welche durch Radium- und Röntgenstrahlen erzielt werden, laufen, die aber für sich allein nicht zum Ziele führen.

Es war naheliegend, den großen Radiumvorrat der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Färbungen von Edelsteinen zu benützen.

Es wurde dabei so vorgegangen, daß die in Seidenpapier eingewickelten Steine um eines der Radiumpräparate, und zwar um eines, welches 1 *g* reines Radiumchlorid enthielt, herumgewickelt wurden. Das Ganze lag in der Radiumkassette, welche im ganzen fast 3 *g* Radiumchlorid enthält, durch einige Wochen, einzelne durch fast 2 Monate.

Andrerseits glaubte ich auch, mit Röntgenstrahlen einige Versuche machen zu müssen, um zu sehen, wie sich diese im Vergleich zu Radium verhalten.

Bei allen Versuchen wurden ungeschliffene Mineralien, deren Provenienz möglichst sicher war, und zwar Krystalle oder Krystallbruchstücke verwendet.

Für die Benützung eines Röntgenapparates bin ich Herrn Dr. Kaiser in Wien, Inhaber eines Röntgeninstitutes, zu Dank verpflichtet, ebenso Herrn Privatdozenten Dr. Haschek. Ferner habe ich für die Erlaubnis, die Radiumpräparate zu benützen, Herrn Prof. Dr. Fr. Exner und Prof. Dr. Schweidler zu danken und ebenso für seine Mithilfe Herrn Privatdozenten Dr. St. Meyer in Wien.

Die bisherigen Arbeiten über denselben Gegenstand will ich nun kurz besprechen.

Miethe und Berthelot haben zuerst Versuche über die Farbenänderung der Edelsteine unter der Einwirkung von Radiumbromid ausgeführt und Berthelot hat aus seinen Versuchen bei Amethyst auf die Gegenwart von Mangan geschlossen. Bordas hat mit kleinen Mengen von Radiumbromid Korundvarietäten behandelt und auch die Einwirkung von Kathodenstrahlen versucht.

Berthelot[1] konstatierte, daß entfärbter Amethyst unter der Einwirkung des Radiums wieder seine Farbe annimmt, was er auf die Oxydation des Manganitsalzes zurückführt. Ähnlich soll sich violetter Fluorit verhalten. Diese Wirkung tritt bei grünem Flußspat nicht auf und es soll diese nur bei manganhaltigen Substanzen auftreten. Es ist aber gleich zu bemerken, daß Mangan im Amethyst nicht sicher nachgewiesen ist und daß sowohl die Untersuchung von Nabl[2] als auch die in meinem Laboratorium vorgenommenen Versuche von Hermann nicht für die Gegenwart von Mangan sprechen.

Miethe[3] untersuchte mit 60 *mg* Radiumbromid besonders Diamant, Korund, Amethyst, Quarz, Topas, Turmalin. Farbloser Diamant wurde gelb, ein hellblauer Saphir von Ceylon wurde gelb, andere zeigen keine Veränderung, violette wurden graublau. Farbloser Topas wird hellgelb, rosa Topas von Mursinsk

---

[1] C. R., *143*, 477 (1906).

[2] Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, *108*, 48 (1899).

[3] Annalen der Physik, *19*, 632 (1906).

wird gelb. Von Turmalinen wurde nur ein farbloser verändert. Bergkrystalle, Citrin werden grau, Rauchquarz wird braun. Er beobachtete auch Luminiszenz.

Dagegen teilt Berthelot[1] mit, daß Bergkrystall unter der Einwirkung von Radium farblos bleibt.

Bordas[2] färbte Saphir gelb und dasselbe erhielt er, als er durch 45 Minuten Saphir in unmittelbare Nähe einer Crookesschen Röhre brachte.

Bei meinen Untersuchungen sollte jedoch nicht nur das Endresultat, sondern auch die verschiedenen Stadien der Färbung konstatiert werden und es wurden bei der Untersuchung mit Radium die Steine öfters herausgenommen und dann wieder eingelegt, um die Farbenänderung gradatim zu verfolgen.

Die Farbenbestimmung. Da die gewöhnlichen Angaben über Farben wie lila, graublau, braungelb sehr unbestimmte sind, bediene ich mich schon seit sehr langer Zeit der Raddeschen Farbenskala zur Bestimmung der Farben der Edelsteine.[3] Dieselbe besteht aus 42 verschiedenen Farben, nämlich:

1. Zinnober, 2., 3. Übergänge zu Orange, 4. Orange, 5., 6. Übergänge zu Gelb, 7. Gelb, 8. 9. Übergänge zu Gelbgrün, 10. Gelbgrün, 11., 12. Übergänge zu Grasgrün, 13. Grasgrün, 14., 15. Übergänge zu Blaugrün, 16. Blaugrün, 17., 18. Übergänge zu Blau, 19. Blau, 20., 21. Übergänge zu Violett, 22. Violett, 23., 24. Übergänge zu Purpur, 25. Purpur, 26., 27. Übergänge zu Carmin, 28. Carmin, 29., 30. Übergänge zu Zinnober.

Die übrigen Farben sind braune und graue: 31. Neutralbraun, 32. Zinnoberbraun, 33. Braun, 34. Orangegrau, 35. Gelbgrau, 36. Gelbgrüngrau, 37. Grüngrau, 38. Blaßgrüngrau, 39. Blaßgrau. 40. Violettgrau, 41. Purpurgrau, 42. Carmingrau.

Jede dieser 42 Farben ist in Intensitätsstufen geteilt, von der stärksten dunkelsten *a*, bis zur schwächsten, welche sich dem Weiß nähert *v*; es bedeutet 5^s gelb von der Intensität der 18. Stufe, also ein helles Gelb. Ich habe in einigen Fällen die Farbenveränderung so dargestellt, daß die Farben als Abszissen,

[1] C. R., *133* und *135*.

[2] C. R., *145* (1907).

[3] C. Doelter, Edelsteinkunde. Leipzig 1893.

die Intensität der Farbe als Ordinate aufgetragen werden und die Veränderung durch Pfeile ersichtlich wird (siehe die Figur).

Versuche mit Röntgenstrahlen.

Versuch I.

Dauer 45 Minuten. Der Untersuchung wurden unterzogen: Cerglas, Titanglas, Manganglas, Chromglas, ferner von Mineralien: Diamant, Saphir, Rubin, grüngelber Korund, Zirkon, Spinell, Turmalin, Almandin, Topas, Hiddenit, Amethyst, Rauchquarz.

Die Resultate waren folgende:

1. Die Borax-Gläser blieben unverändert.

Diamant, graubraun, unverändert.

Diamant, grau, unverändert.

Diamant, braun, erhält einen kleinen Stich ins Violette, von 24° wird er ganz wenig purpur 33°.

Korund, gelb, unverändert.

Korund, grau, etwas heller.

Korund, grüngelb, unverändert.

Rubin 25^t, wird in 25^q also heller. Ein zweiter Rubin 24^l bleibt unverändert.

Saphir 19^d, unverändert.

Turmalin, farblos, bekommt einen zarten Stich in Lila.

Turmalin, dunkelgrün, 37^c, unverändert.

Spinell, rosa (Balaisrubin), 25^m, unverändert.

Zirkon, grün, unverändert.

Amethyst, t^{22}, unverändert.

Aquamarin, blaugrün, 18^r, wird etwas mehr bläulich, 17^n.

Kuntzit, unverändert.

Hiddenit Nr. 1 von der Nuance 15^m wird zu 16^n.

Hiddenit Nr. 2 von der Färbung 13^s wird zu 14° umgewandelt.

Bergkrystall, farblos, unverändert.

Topas, farblos, ist etwas gelblich geworden, 27^u.

Gelber Topas Nr. 1, Brasilien, wird von 4^t zu 4^u.

Gelber Topas Nr. 2, Brasilien, wird von 5^l zu 4^q.

Was die Fundorte anbelangt, so waren die Diamanten vom Kap, Kimberley, die Korunde, Saphire von Ceylon, der Rubin

vom Ural, der Hiddenit von Stony Point, farbloser Topas von Brasilien, Bergkrystall vom Gotthard, Amethyst von Schemnitz, Zirkon von Ceylon, Aquamarin vom Ural, Almandin von Ceylon, Turmalin von Brasilien, Aquamarin von Kalifornien, grüner Turmalin von Brasilien.

Überblicken wir das Resultat dieses ersten Versuches, so haben wir der kurzen Einwirkung entsprechend nur minimale oder keine Einwirkung.

Unverändert blieben die Gläser, Quarz, Amethyst, graue Diamanten, grüner, gelber Korund, Saphir, Rubin, fast unverändert Kuntzit, Spinell.

Unbedeutend verändert sind die Topase, farbloser Turmalin, etwas mehr Hiddenit und Aquamarin.

Versuch II.

Die Steine wurden durch 15 Stunden mit Röntgenstrahlen beleuchtet, und zwar 9 Stunden mit einer harten Röhre und 6 Stunden mit einer weichen.

Es kamen zur Anwendung: Fluorit, violett, von Derbyshire, blauer Saphir von Ceylon, gelber Korund von Ceylon. Rubin von Ceylon, Diamant, braun, von Kimberley, Diamant, gelb, von Kimberley, rosa Spinell von Ceylon, Hyazinth von ebenda, farbloser Topas (sogenannter Wassertropfen, pingos d'agoa) von Brasilien, weingelber Topas von Brasilien, blaßgelber Topas vom Schneckenstein, farbloser Turmalin von Elba, grüner Turmalin von Brasilien, rosafarbener Lithiumturmalin von Maine (Amerika), Hiddenit von Stony Point, Aquamarin vom Ural, Goldberyll von Pisek, Pyrop von Böhmen, Kuntzit von Amerika.

Ferner wurden gleichzeitig folgende Boraxgläser mitexponiert: Manganglas nelkenbraun, Chromoxydglas grün, Cerglas farblos, Titanglas farblos, wie bei Versuch I.

Auch hier waren die Veränderungen keine bedeutenden, wie aus folgender Übersicht hervorgeht.

Diamant I, 34^h wird zu 34^n, also etwas in violettgrau.
Diamant II, 33^r wird zu 34^t, etwas heller.
Diamant III, 41^n, unverändert.

Saphir, 18^p wird zu 19° bis 19^p, kaum verändert.

Fluorit, 21^m wird etwas dunkler 21^l, aber die Veränderung ist eine ganz minimale.

Rubin, welcher etwas violetten Stich zeigt, verliert diesen und wird reiner rot. Die Änderung ist aus 24^n zu 26^n, also merklich.

Korund, gelb, ist nahezu unverändert; die beiden Nuancen 35^s und 35^t sind zu wenig voneinander verschieden, als daß von einer Änderung gesprochen werden könnte.

Hyazinth ist etwas heller geworden von 33^m zu 30^p.

Rosa Spinell, 25°, unverändert.

Topas vom Schneckenstein ist kaum verändert; die beiden beobachteten 4^t und 4^u sind zu wenig verschieden, daß man dies als Änderung betrachten könnte.

Topas, weingelb, aus Brasilien, ist mehr orange geworden; indem die zwei Nuancen 4^p und 5^t doch genügend verschieden sind, ist also die Farbe von gelb zu orange geworden.

Topas, farblos, ist zu 27^l bis 27^n geworden, also immerhin deutlich orange.

Hiddenit I wird von 16^n zu 15^m, also etwas mehr reingrün.

Hiddenit II wird von 13^q zu 14^q, also ebenfalls mehr reingrün; der gelblichgrüne Ton wird demnach zu einem grünen.

Kuntzit bleibt unverändert.

Turmalin, lithiumhaltig, pfirsichblütenfarben, bleibt unverändert.

Turmalin, farblos, hat einen allerdings nur minimalen Stich in Lila bekommen.

Turmalin, dunkelgrün, ist unverändert.

Aquamarin, 17^q, ist etwas blässer, aber auch deutlich blaulicher geworden und zeigt 18^s.

Goldberyll, 35^z, wird zu 5^r, also stärker reingelb.

Pyrop wird von 1^h zu 26^m, ist also heller geworden und mehr gelblich.

Was die Boraxgläser anbelangt, so waren die Änderungen gering:

Titanglas ist etwas trübgrau geworden.

Chromgrünglas ward etwas gelblicher.

Cerglas ist schwach gelb geworden.

Manganglas wird zu 25^{z} mehr grau.

Versuch III.

Es wurde eine weiche Röhre des physikalischen Institutes der Wiener Universität verwendet, welche im ganzen durch 32 Stunden in Tätigkeit war, doch war gewöhnlich die ununterbrochene Expositionszeit nur 3 bis 4 Stunden, da es nicht möglich war, den Apparat anhaltend länger laufen zu lassen.

Es wurden die früher exponierten Mineralien wieder angewandt, und zwar die folgenden: Diamant Kimberley, weingelber Topas von Brasilien, hellgelber Topas vom Schneckenstein, pfirsichblütenfarbener Lithiumturmalin von Kalifornien, Fluorit von Derbyshire, Kuntzit, die erwähnten Hiddenite, Pyrop von Böhmen, Aquamarin von Kalifornien.

Neu exponiert wurden: Diamant, schwefelgelb, von Kimberley, Saphir von Ceylon, Rubin von Ceylon, Amethyst von Schemnitz, Rauchquarz vom Gotthard, Beryll und Hyazinth von Ceylon, Chromalaun (künstlich).

Diamant I, schwefelgelb, 8^{n} unverändert.

Diamant II, braun, der bei dem vorigen Versuch in 34^{t} umgewandelt worden war, wird zu 40^{t}, etwas violettgrau.

Diamant III, der aus dem vorigen Versuch mit der Farbe 34^{n} hervorgegangen, wird zu 32^{l}, also doch mehr violett.

Rauchtopas wird von 34^{t} in 32^{t}, also mehr zinnobergrau.

Goldberyll, 5^{r}, wie wir ihn aus dem Versuch II erhalten, wird zu 6^{r}, also etwas mehr ins Weingelbe.

Flußspat, violett, bleibt unverändert.

Saphir von Ceylon verändert sich von 18^{m} zu 19^{p}, also mehr ins Blaugrüne, ein zweiter Stein ist nur eine Spur blässer geworden.

Pyrop hat einen allerdings nur wenig merklichen Stich ins Gelbe erhalten.

Turmalin, rosa, ist unverändert.

Turmalin, farblos, bekommt einen leisen Stich ins Violett, etwas stärker als bei Versuch II.

Die früher behandelten Hiddenite wurden I von 13^q zu 13^p, also kaum verändert, II von 15^m zu 14^n verändert, d. h. etwas mehr reingrün.

Rubin von Ceylon ist etwas dunkler geworden, von 27^p zu 26^m und mehr gegen Purpur neigend.

Hyazinth, 2^p wird zu 4^m, mehr orange.

Amethyst unverändert.

Kuntzit, fast farblos mit Violettstich, wird etwas mehr grau, nämlich von 21^n zu 20^t.

Aquamarin. Dieser wurde im vorigen Versuch zu 18^s und bei dem dritten Versuch zu 17^s, also ohne Änderung der Färbungsintensität mehr reinblau.

Topas von Brasilien wird von 3^n zu 4^p etwas stärker gelb.

Topas vom Schneckenstein, hellgelb, wird von 4^t zu 5^t, also mehr orangegelb.

Topas, farblos, nimmt die Färbung 2^t, also orange an.

Chromalaun bleibt unverändert.

Im ganzen ist die Einwirkung, entsprechend der längeren Dauer, etwas stärker geworden, doch sind die Veränderungen, etwa mit Ausnahme von Topas, im ganzen nicht bedeutende.

Was nun die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Boraxgläser anbelangt, so war sie hier etwas beträchtlicher als bei dem früheren Versuche:

Thoroxydglas unverändert.

Yttriumglas unverändert.

Titanglas etwas grau geworden.

Ceroxydulglas. Der Stich ins Gelbliche ist etwas stärker geworden, 7^u.

Chromgrünglas, von 11^q in 10^p verwandelt, also mehr gelbgrün.

Manganoxydglas, von 22^p in 24^q umgewandelt, mehr violett.

Versuche mit Radium.

Versuch I.

Angewandt wurden Hyazinth von Ceylon, Smaragd vom Habachtal, Turmalin von Brasilien, Fluorit von Derbyshire,

Aquamarin von Kalifornien, Pyrop von Böhmen, Amethyst von Schemnitz, zwei Topase von Brasilien, Rubin von Ceylon, zwei Diamanten von Kimberley (Kap), Rosenquarz von Zwiesel, Rauchtopas vom Gotthard, Hiddenit von Stony Point, Saphir von Ceylon.

Von diesen waren Aquamarin, Diamant (braun), Hiddenit bereits bei den Röntgenversuchen versucht worden.

Von Borgläsern wurden genommen: grünes Chromglas, nelkenbraunes Manganglas, weißgelbliches Cerglas, farbloses Titanoxydglas, titanstickstoffhaltiges Boraxglas, violettbraun.

Nach einer Expositionszeit vom 14. Mai, 1 Uhr bis 28. Mai, 12 Uhr ergab sich folgendes:

Smaragd wird von 16^{n} nur sehr wenig verändert nach 16°.

Fluorit, 21^{k}, wird zu 22^{l}, eine Spur mehr ins Violette, aber sonst nicht verändert.

Aquamarin, 18^{r}, ist etwas wenig zu 17^{s} verändert, mehr blaugrün.

Rubin, 24^{l}, ist etwas nach Purpur verändert und zeigt 25^{m}, ist also auch unbedeutend heller.

Rauchtopas ist stärker bräunlich 33° geworden; der ursprüngliche war nur schwach gefärbt 33^{q}.

Saphir, 19°, ist weniger blau zu 19^{q}.

Hiddenit, 14^{r} bis 14^{s}, wird 12^{q}, etwas gelblicher.

Rosenquarz, 24^{t}, wird zu 23^{s}, also dunkelvioletter.

Pyrop, 29^{c}, zeigt 30^{n}, ist also gelblicher geworden.

Amethyst, 22^{u}, ist kaum verändert.

Topas wird von 3^{r} zu 3°, also intensiver gelb gefärbt.

Topas, farblos, wird orange 27^{u}.

Turmalin, dunkelgrün bis schwarzgrün, ist etwas heller geworden, doch ist der Unterschied sehr gering.

Diamant, gelb, 7^{t} ist zu 6^{u} geworden, also einen Stich ins Orange.

Diamant, braun, 34^{t} wird etwas grau 33°.

Von den Boraxgläsern hat sich bedeutend verändert: Manganglas mehr schwärzlichbraun, Chromglas gelblichgrau, wenig Cerglas, das etwas gelber geworden ist, genau

wie bei dem Röntgenversuch. Unverändert blieb Titanoxydglas, Yttriumglas; Titanstickstoffglas ist etwas heller geworden.

Versuch II.

Es wurden dieselben Steine wie bei dem ersten Radiumversuch wieder exponiert, und zwar vom 2. Juni bis 17. Juni und einige neue dazugelegt.

Behandelt wurden die bereits bei Versuch II exponierten, nämlich:

A. Saphir von Ceylon, Rubin von Ceylon, Hiddenit von Stony Point, drei Diamanten von Kimberley, gelb und braun, Saphir, Amethyst von Schemnitz, Fluorit von Derbyshire, Aquamarin vom Ural.

Noch nicht exponiert waren folgende:

B. Lichtblaue Saphire von Ceylon, künstlicher Rubin, von Frémy hergestellt, farbloser Topas von Brasilien, Kuntzit, Pyrop von Böhmen, Hyazinth von Ceylon, Chromalaun.

Die Resultate sind:

Wenig verändert wurden:

Hyazinthe, 2^i in 2^h.

Fluorit ist unverändert

Pyrop, 30^n, ist etwas gelblicher geworden.

Amethyst ist etwas dunkler geworden und wandelt sich von 22^n in 22^l um, also unbedeutend.

Rubin, 25^m, ist nicht weiter verändert.

Diamant, gelb, 6^u wird zu 7^t, ist also im ganzen mehr reingelb geworden und eine Nuance gelber, doch ist der Unterschied sehr gering.

Diamant, braun, 33° wird zu 34^i, mehr gegen Orangegrau.

Smaragd, 16°, wird eine Nuance blässer; die Farbenqualität blieb gleich.

Künstlicher Rubin unverändert.

Ein kleiner dunkler Saphir von Ceylon unverändert.

Hiddenit ist wenig verändert; von 12^q aus dem früheren Versuch ist er 12° bis 13° geworden, also etwas wenig dunkler.

Stark verändert sind folgende:

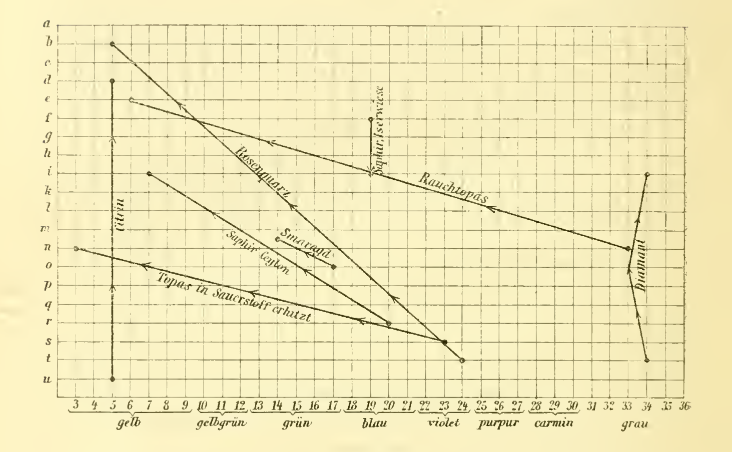
Heller Saphir (neu) von Ceylon, 20^r wird zu 7^i, also stark bräunlichgelb.

Dunkelblauer Saphir, 19^n von Ceylon wird braungelb.

Topas, 3^p wird zu 2^p, also nicht intensiver in der Farbe, aber mehr zinnober.

Topas (neu), farblos, wird zu 4° orangegelb.

Rosenquarz, 23^s wird schwarzbraun 5^b.



Rauchtopas, 33^u, ebenfalls schwarzbraun.

Aquamarin, 17^r, wird mehr bläulich.

Die Textfigur zeigt graphisch die Veränderungen einiger Edelsteine; die Abszissen sind die verschiedenen Farbennuancen, die Ordinate zeigt die Farbenintensität von der stärksten *a* bis zur schwächsten *u*.

Von Gläsern wird:

Titanoxydboraxglas grau, von farblos zu 31^s.

Cerglas war gelblich geworden, blieb unverändert.

Manganglas trübe und mehr graubraun.

Chromalaunkrystall, dunkel rotviolett, wird zu einem violetten Pulver umgewandelt.

Chromoxydboraxglas wird schmutzigbraun und bedeckt sich manchmal mit einem weißen Überzug.

Versuch III.

Topas wird nach Versuchen von W. Hermann im Stickstoffstrom bei Rotglut stark rosa gefärbt, ebenso durch Ammoniak, Salmiak, wie er auch im Sauerstoffstrom leicht rosa bis lila wird. Ein weingelber brasilianischer Topas, welcher durch Sauerstoff auf diese Weise lila gefärbt worden war, hatte die Farbe 23^s angenommen und wurde durch 48 Stunden der erwähnten Menge von 1 *g* Radiumchlorid ausgesetzt; er war sehr stark goldgelb gefärbt worden, und zwar war die Farbenintensität viel größer geworden und zeigte die Nuance 2° bis 3^n, an verschiedenen Stellen aber etwas verschieden. Der Unterschied ist also ein sehr großer, da er von 23^s zu 2° bis 3^n umgewandelt ist.

Ebenso war ein geglühter Amethyst stark verändert:

Amethyst. Durch stärkeres Erhitzen im Sauerstoffstrom vollkommen entfärbter Amethyst, der ein weißes milchiges Aussehen hatte, wurde nach 48 Stunden Radiumeinwirkung ganz unverändert gefunden. Nach weiteren 7 Tagen, vom 17. Juni, 4 Uhr bis 24. Juni, 4 Uhr war dieser Amethyst jedoch violett geworden, obgleich er sein milchiges Aussehen durch die vielen kleinen Sprünge, die beim Erhitzen entstanden waren, beibehalten hatte. Zu bemerken ist dabei, daß Amethyst durch Radium eine merkliche Veränderung nicht erleidet, insbesondere wird dunkler Amethyst nicht weiter verändert, was schon von Miethe beobachtet wurde.

Versuch IV.

Folgende Steine wurden nochmals vom 17. Juni, 1 Uhr bis 30. Juni, 4 Uhr exponiert: Hyazinth, Hiddenit, Fluorit, Aquamarin, Rauchquarz, Rosenquarz, Topas gelb, Topas farblos, Amethyst, Smaragd, Rubin, künstlicher Rubin, Diamant braun, Diamant gelb. Alle diese Steine waren schon bis 17. Juni

exponiert gewesen und waren nun weiter bis 30. Juni im Radiumkasten gelegen.

Keine weitere Veränderung mehr zeigen Flußspat und Amethyst, Pyrop, gelber Diamant, Hiddenit; sie behielten die frühere Färbung, die sie am 17. Juni hatten; dasselbe gilt für künstlichen Rubin, Aquamarin.

Weitere Veränderungen erlitten:

Rosenquarz, der nun schwarzbraun wird.
Rauchtopas, der dunkelbraun 6^b wird.
Topas wird von 2^p zu 1°, also mehr zinnober.
Smaragd wird von 17° zu 15^m, also mehr grün.
Saphir wird von 7^i zu 8^l, etwas grünlichgelb.
Rubin wird von 26^m zu 27^r, also mehr reincarmin.
Hyazinth wird von 2^i zu 2^s, also dunkler.

Am 17. Juni wurden neu eingelegt:

1. Grüngrauer Zirkon von Ceylon;
2. blaugrüner Zirkon von Ceylon;
3. eine Turmalinplatte mit einem rosa Kern, einer äußeren grünen Zone und einer mittleren farblosen, ferner
4. ein Chromoxydglas, aus 50% Glas und 50% Chromoxyd bestehend.

Hiervon war am 30. Juni 1. mehr grau geworden, 2. war von 17^k zu 18^q geworden, also mehr blau und heller. Bei 3. war der rosa Kern unverändert, die äußere grüne Schicht war etwas dunkler geworden von 16^p zu 16^m; am bemerkenswertesten war aber, daß die mittlere farblose Schicht grünlich geworden war 15^q, wahrscheinlich liegt hier eine Diffusion im festen Zustand infolge Radiumeinwirkung vor.

Hierbei ist zu bemerken, daß Miethe bei einem farblosen Turmalin, der an einem Ende grün gefärbt war, schon nach 2 Tagen eine starke grüne Färbung erhielt, trotzdem er nur 60 *mg* Radiumbromid zur Verfügung hatte, während bei meinem Versuch nach 13 Tagen die farblose Schicht nur sehr wenig grün war. Ich erkläre dies dadurch, daß dann wahrscheinlich auch die rosa Färbung infolge der Diffusion aus dem rosa Kern in der farblosen Schicht sich geltend machte und zum Teil die

grüne Färbung neutralisierte. Der sattgrüne Rand und der rosa Kern selbst wurden kaum weiter verändert. Daß dunkelgrüner Turmalin wenig verändert wird, wurde an anderer Stelle erwähnt.

Vom 19. bis 30. Juni exponiert blieben: dunkelblauer Saphir von der Iserwiese, rosa Flußspat vom St. Gotthard, violblauer Apatit von Auburn (Maine), blaßgelber Citrin von Südamerika, violetter Kalkspat von Joplin (Missouri), rosa Spinell (Balais) von Ceylon, dunkelroter Rubin vom Ural.

Es zeigten sich folgende Veränderungen:

Apatit von Auburn wird von 21^n zu 21^q, also mehr violett und viel heller.

Flußspat vom St. Gotthard, rosa 30^s bis 30^t, wird zu 29^q, mehr purpurfarbig und stärker gefärbt.

Ein violetter Calcit von Missouri, 22^r bis 22^s, wird mehr purpur und dunkler, 23^q, dabei aber etwas trübe.

Der dunkelblaue Saphir von der Iserwiese, 19^f, wird heller zu 19^i.

Roter Rubin vom Ural, 25^q, wird zu 25^m, also heller.

Citrin wird vom 23. bis 30. Juni von 5^n zu 5^d, also schwärzlichbraun.

Die Resultate waren für die Steine, die vom 17. bis 28. Mai, dann vom 2. bis 30. Juni exponiert waren, folgende:

Hyazinth wird von 2^i bis 2^h zu 2^f bis 2^g, also mehr dunkelbraun.

Hiddenit ist bis 17. Juni zu 14^q geworden und bis 28. Juni 14^s, also etwas heller geworden.

Aquamarin ist vom 17. Mai bis 30. Juni von 18^r bis 17^s verändert, also heller geworden und mehr grünlichblau.

Rosenquarz ist schwarzbraun geworden.

Rauchtopas, der sehr licht war, wird braunschwarz von 33^n zu 6^e.

Topas wird von 2^p zu 1°, also mehr zinnober und gleichzeitig dunkler.

Versuch V.

Smaragd wird vom 17. bis 30. Juni mehr grün, von 17° zu 14^m bis 15^n.

Amethyst ist unverändert.

Rubin von Ceylon wurde im ganzen vom 14. bis 28. Mai und dann vom 2. bis 30. Juni exponiert. Das Resultat war geringfügig, da er schließlich zu 28^i, mehr carminrot wurde, gegen die ursprüngliche Färbung 24^i am 17. Mai; er ist also weniger violett.

Künstlicher Rubin war unverändert (17. bis 30. Juni).

Gelber Diamant war schließlich eine Spur intensiver gelb geworden, von 7^t bis 7^s, trotzdem er durch die ganze Zeit exponiert war.

Brauner Diamant ist schließlich zu 34^{i-l} gefärbt und war ursprünglich 34^t, dann 33°, 34^i, bis er endlich im ganzen dunkler geworden ist.

Von Gläsern wurde das Chromoxydboraxglas nach wenigen Tagen dunkelgrau, nach 14 Tagen gelbbraun, nach 29 Tagen schwärzlichbraun; es dunkelte dann noch etwas nach. Die mikroskopische Untersuchung ergab keine Ausscheidung.

Chromoxydsilikatglas war nur durch 6 Tage exponiert gewesen; es wurde schwach dunkler.

Eisentitanglas, mit Borax erhalten, wird von 22^q schließlich 22^k, also dunkler.

Titanstickstoffglas wird mehr rosa von 42^q zu 32^p.

Manganoxydboraxglas wird graubraun, während es früher nelkenbraun war.

Versuch VI.

Erhitzen der durch Radium gefärbten Körper im Sauerstoffstrom.

Die durch Radium schwarzbraun gefärbten Steine Citrin, Rauchtopas, Rosenquarz sowie ein stark orangegelb gefärbter (früher hellgelber) Topas und schwarzbraunes Chromoxydboraxglas wurden durch zirka eine halbe Stunde bei etwa 300

bis 350° im Sauerstoffstrom erhitzt. Bei allen verschwand die durch Radium hervorgebrachte Färbung.

Citrin und Rauchquarz wurden farblos, Rosenquarz bekommt seine ursprüngliche Rosenfarbe wieder, das Chromglas wird wie vorher wieder grün, der Topas wird hellgelb, fast farblos, mit unregelmäßig verteilten, orangegelben Flecken, Amethyst wird nach wie vor entfärbt. Durch Erhitzen im Sauerstoffstrom entfärbter Rauchtopas wird, nachdem er 8 Tage lang dem Radium exponiert war, wieder braun, und zwar fast genau wie früher im natürlichen Zustand.

Sauerstoff wirkt auf Citrin, Rauchtopas und Rosenquarz ganz entgegengesetzt, indem bei gelinder Erhitzung im Sauerstoffstrom, wie wir gesehen haben, Rosenquarz wieder seine ursprüngliche Farbe, die er vor der Radiumexposition hatte, annimmt, während die beiden anderen, durch Radium schwarzbraun gefärbten Steine wieder farblos werden.

Bei Amethyst kann man durch Radium die durch schwaches Glühen im Sauerstoffstrom vertriebene Amethystfarbe wieder herstellen und umgekehrt die durch Radium erhaltene Farbe durch Sauerstoff wieder zum Verschwinden bringen.

Man kann also beliebig, je nach der Einwirkung von Radium oder Sauerstoff, diese Farbe hervorbringen und wieder verschwinden lassen.

Erhitzen von durch Radium veränderten Steinen im Stickstoffstrom.

Die Erhitzung wurde nur auf 260° getrieben. Es wurden untersucht: Smaragd, Diamant, Citrin, Rauchtopas, gelb gewordener Saphir, künstlicher Rubin, dann Manganoxydboraxglas.

Die Veränderungen waren folgende:

Diamant, gelb, unverändert.

Diamant, braunviolett, geht von 41^g in 42^i über, wird also heller und mehr violett.

Smaragd geht von 15° in 15^m, wird also etwas dunkler.

Citrin, 35^t, wird farblos.

Rauchtopas, 33^d wird zu 33^s, also viel heller, aber nicht farblos.

Saphir, gelb, 7^i wird 20^m, er wird also wieder bläulich wie im natürlichen Zustand, doch war er hier etwas heller gewesen, 20^q.

Künstlicher Rubin wird heller von 25° zu 25^q.

Manganoxydboraxglas wird von 34^m zu 34^p, etwas heller.

Demnach nimmt nur Saphir und etwa Smaragd nahezu die frühere, unter dem Einfluß des Radiums erhaltene Farbe wieder an und kommt zur ursprünglichen Farbe zurück, während Diamant gelb unverändert bleibt und Diamant braun etwas mehr violett wird. Citrin reagiert umgekehrt wie bei Radium, ebenso Rauchtopas, künstlicher Rubin.

Zu bemerken wäre noch, daß ich einen Saphir von der Iserwiese und einen Smaragd vom Habachtal durch eine halbe Stunde lang in einem Porzellantiegel bei heller Rotglut erhitzte und dabei keine Veränderung erhielt.

Veränderung des Chromoxydboraxglases durch Radium.

Während der Versuchsdauer wurden durch verschiedene Zeit ein Boraxglas, mit einigen Prozenten Chromoxyd schön grün gefärbt, exponiert. Je nach der Dauer des Versuches wird dasselbe zuerst dunkelgrüngelb, dann gelbbraun, schließlich dunkelbraun. Bei einigen Stücken, die länger exponiert waren (Versuch I und II), bildete sich eine weiße schimmelartige Haut auf dem Boraxglas, die später weiter untersucht werden wird.

Die ursprüngliche Farbe des Chromboraxglases war grün, schließlich erhielt ich 4^c braungelb. Sehr merkwürdig war es nun, daß das dunkelbraungelb gefärbte Glas durch gelindes Erwärmen (200°) im Sauerstoffstrom vollkommen seine frühere grüne Farbe annimmt. Sauerstoff wirkt hier also genau entgegengesetzt wie Radium.

Verhalten des Chromalauns.

Der dunkelrotviolette Chromalaun zerfällt unter der Einwirkung des Radiums, trotzdem Krystalle von mehreren Millimetern Durchmesser genommen worden waren, vollständig zu

einem hellila Pulver. Erhitzt man dieses Pulver zu 160 bis 170°, so wird es grün, aber auch die ursprünglichen Krystalle von Chromalaun verhalten sich so bei dieser Temperatur.

Von dem veränderten Chromalaun führte Herr Dr. Himmelbauer eine Wasserbestimmung aus, aus welcher sich ein sehr bedeutender Wasserverlust ergab. Der Wassergehalt des veränderten Chromalauns betrug nur noch 24·2.

Verhalten des Kuntzits.

Herr Dr. St. Meyer hatte zu meinen Steinen noch eine größere Platte von Kuntzit hinzugefügt. Nach 20 Tagen war dieser grüngelb gefärbt, so wie der gleichzeitig eingelegte Hiddenit. Spodumen farblos bis grau, Hiddenit grasgrün bis grüngelb und Kuntzit blaßlila gehören derselben Mineralspezies, dem Lithiumaugit $LiAlSi_2O_6$, an und unterscheiden sich nur durch die Farbe.

Es ist nun von Interesse, zu ersehen, daß Kuntzit durch Radiumbestrahlung die Farbe des Hiddenits annimmt. Während jedoch Kuntzit vor und auch nach der Radiumbestrahlung Luminiszens zeigt, ist dies bei Hiddenit nicht zu beobachten.

Resultate.

Röntgenstrahlen und Radiumstrahlen wirken gleichmäßig auf die Farben. Ein Vergleich bezüglich der Wirksamkeit läßt sich nicht ziehen, da ja die Expositionsdauer der Röntgenstrahlen immer nur eine kurze war. Es konnten daher mit Röntgenstrahlen nur erzielt werden: schwache Orangefärbung farbloser Topase, stärkere Färbungsintensität von weingelben Topasen, Blässerwerden des Aquamarins, schwache Violettfärbung brauner Diamanten, Hellerwerden von Saphir; der Hiddenit wird ebenfalls verändert, farbloser Turmalin bekommt einen Stich in Lila.

Von Edelsteinen blieben bei der Einwirkung des Radiums unverändert: rosa Lithiumturmalin.

Äußerst geringfügig war die Änderung von violettem Flußspat, gelbem Diamant, der eher etwas gelber wird.

Amethyst bleibt nahezu unverändert, ebenso künstlicher Rubin.

Dunkelolivengrüner Turmalin hellt sich nur wenig auf.

Etwas stärker verändern sich einzelne blaue Saphire, die heller wurden, sowohl Ceyloner als auch solche von der Iserwiese. Rubin verliert seinen violetten Stich.

Aquamarin verliert seine blaugrüne Farbe und geht in ein reines helles Blau über.

Braune Diamanten werden etwas schwach violett.

Hiddenit verliert den gelben Stich; er wird mehr rein grasgrün.

Smaragd wird mehr rein grün.

Pyrop wird heller und erhält einen Stich ins Gelbe.

Hyazinth wird braunviolett.

Apatit wird mehr lila, violetter Calcit wird dunkler und trübe.

Blaugrüner Zirkon wird mehr bläulich.

Grüngrauer Zirkon wird etwas mehr grau.

Sehr starke Veränderungen zeigen:

Blauer Saphir von Ceylon wird goldgelb bis braungelb, fast farbloser Saphir wird gelb; daß aber andere Saphire wieder nur wenig verändert werden, wurde bemerkt.

Sehr starke Änderung zeigen Citrin, Rauchtopas und Rosenquarz, und zwar werden diese gleichmäßig braun bis schwarzbraun.

Farblose Topase werden stark orange, ebenso gelbe Topase. Violetter Topas wird orangegelb und intensiver gefärbt.

Kuntzit nimmt die Farbe des Hiddenits an.

Krystalle von Chromalaun zerfallen in lichtviolettes Pulver.

Von Gläsern waren Titanoxydboraxglas wenig grau geworden, Ceroxyd unbedeutend gelb, dagegen chromoxydhaltiges Boraxglas stark schmutzigbraun, manganhältiges graubraun, Titaneisenglas etwas violetter.

Vergleich des Radiums mit den Röntgenstrahlen.

Da ja die Röntgenstrahlen in den Radiumstrahlen als β-Strahlen enthalten sind, so wird die Wirkung beider in bezug auf die Hervorbringung einer bestimmten Färbung oder deren Änderung dieselbe sein; doch können die quantitativen Unterschiede verschieden sein. Es läßt sich nun ein Vergleich

deshalb nicht geben, weil sich ja nur die Resultate der hier angewendeten Röntgenapparate mit jenen des andrerseits verwendeten Gramm Radiumchlorid vergleichen lassen, aber zwischen der Menge der von 1 *g* Radiumchlorid emittierten Strahlen und der aus dem Röntgenapparat entsendeten sich kein Vergleich machen läßt.

Dann darf auch nicht vergessen werden, daß die Expositionszeit bei dem Röntgenapparat nach Stunden zählt, bei der Radiumexposition nach Tagen und Wochen. Immerhin zeigte ein gelber Topas nach Einwirkung von Radium durch 48 Stunden eine ungleich stärkere Wirkung als durch zirka 35 Stunden Röntgenstrahlen. Ebenso war die Wirkung des Radiums auf bläulichen Saphir eine viel intensivere als die gleichzeitige Wirkung von Röntgenstrahlen. Miethe[1] gelang es sogar, in 2 Stunden einen Saphir durch 60 *mg* Radiumbromid gelb zu färben, doch verhalten sich durchaus nicht alle Saphire so.

Nur in den Fällen, wo die Einwirkung von Radium während mehrerer Tage nur geringe Resultate brachte, scheinen dieselben geringen auch von den Röntgenstrahlen in wenigen Stunden zustande zu kommen. So intensive Veränderungen wie die von Topas und Saphir kommen aber durch Röntgenstrahlen mit den hier angewendeten Apparaten überhaupt nicht zustande.

Jedenfalls scheint aber die Schnelligkeit der Einwirkung der Radiumstrahlen von der Menge des angewendeten Radiums abzuhängen.

Was die Röntgenstrahlen anbelangt, so hängt ihre Wirkung von der angewendeten Röhre sehr ab, namentlich ob eine harte oder weiche gebraucht wird, wie ja auch die Durchlässigkeit der Mineralien für Röntgenstrahlen sehr von der Verwendung verschiedener Apparate abhängt.

Die chemische Natur der Edelsteinfärbemittel.

Welches sind nun die Schlüsse, welche wir auf die Natur des Farbstoffes ziehen können, und worin besteht die Wirkung des Radiums?

---

[1] L. c.

Aus der Einwirkung von Radium allein lassen sich Schlüsse nicht ziehen. Man kann dies nur durch Vergleich der Einwirkung auf Mineralien und chemisch bekannte Gläser und durch Vergleich der Einwirkung des Radiums mit jener der Gase. Daß die Einwirkung der Gase auf die Edelsteinfarben bei gewöhnlicher Temperatur nicht vor sich geht, ist dem Umstand zuzuschreiben, daß diese nicht permeabel sind bei niederer Temperatur; erst beim Erhitzen bis zirka 200 und 300° scheint die Permeabilität einzutreten. Beim Radium sind jedoch die betreffenden Körper auch bei niederster Temperatur permeabel.

Das letzte Wort in der Frage der Edelsteinfarben wird aber doch die spektralanalytische Untersuchung haben.

Ich möchte hier der Behauptung entgegentreten, daß stets Erhitzung allein die Veränderung der Edelsteinfarben hervorbringt. Nicht die Temperatursteigerung bringt die Veränderungen hervor, sondern die Gase; denn nach meinen wie nach den zahlreichen Versuchen von W. Hermann ist die Änderung in verschiedenen Gasen eine ganz verschiedene. Die Erhitzung ist in weitaus den meisten Fällen nur nötig, um die Steine permeabel zu machen.

Vor allem ist aber hervorzuheben, daß die Einwirkung von Gasen, wie Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, bei gleichzeitiger Erhitzung der Steine zumeist, wie die Versuche des Herrn stud. Hermann, die demnächst veröffentlicht werden sollen, beweisen, doch eine viel intensivere als die von Radium ist. Aber es entstehen dabei zumeist andere Farbenwirkungen als bei Röntgen- und Radiumstrahlung und nur in wenigen Fällen ist sie eine gleichmäßige. Insbesondere tritt bei Einwirkung von Sauerstoff nicht die Färbung auf, die mit Radium erzielt wurde. Wir sahen bei manchen das Gegenteil, aber vereinzelt, z. B. bei Saphir und Topas, ist dies auch beim Erhitzen im Stickstoffstrom der Fall.

Man könnte allerdings der Ansicht sein, daß, wenn durch Radium veränderte Steine erhitzt werden, die Farbenänderung wieder verschwinden muß, ohne Rücksicht darauf, ob diese Mineralien in Sauerstoff, Stickstoff oder einem anderen Gase

erhitzt werden, andrerseits lassen sich aber die meisten Veränderungen auch ohne Radium mit jenen Gasen allein erzielen, wovon nur das Dunklerwerden der beiden Quarzvarietäten eine Ausnahme macht. Bei diesen speziell spielt vielleicht die Temperaturerhöhung allein eine Hauptrolle, indem es nicht ausgeschlossen ist, daß der Stoff, welcher durch Radium braun gefärbt wird, verjagt wird beim Erhitzen, oder es tritt Ionisation ein, die nur mit Radium erreichbar ist.

Die Farben des Amethyst, Rauchtopas, Citrin und Rosenquarz.

Zwischen den Farben dieser Quarzvarietäten, die sich ja nur durch die Farbe unterscheiden und sonst ident sind (bis auf den mitunter etwas verschiedenen Krystallhabitus des Amethyst), existiert insofern ein Zusammenhang, als alle vier beim Erhitzen in Gasen sich gleich verhalten; in Sauerstoff werden sie gleichmäßig entfärbt. Nabl[1] fand spektralanalytisch im Amethyst Eisen, während man früher die Färbung der genannten Schmucksteine organischen Substanzen zuschrieb. Kraatz-Koschlau fand auch im Rauchtopas Kohlenwasserstoffe, was aber, wie Weinschenk bemerkt, noch nicht beweist, daß die in demselben enthaltenen Kohlenwasserstoffe die Färbemittel sind; sie dürften ebensogut als Einschlüsse vorkommen.

Durch Radium war Amethyst nicht wesentlich verändert, ebensowenig wie durch Röntgenstrahlen, während er durch Glühen in den verschiedensten Gasen, wie stud. W. Hermann zeigte, entfärbt oder auch gelb wird und bei hoher Temperatur, dunkler Rotglut, zahlreiche feine Risse bekommt und das Aussehen eines Milchopals annimmt.

Dagegen verhalten sich Rosenquarz, Rauchtopas und Citrin bei Radiumbestrahlung qualitativ gleich, quantitativ insofern verschieden, als Rauchtopas die stärkste Färbung, braunschwarz, annimmt; dann folgt Rosenquarz, schließlich Citrin.

Es wurde die Ansicht aufgestellt, daß Rhodaneisen im Amethyst vorhanden sei; mancher rot schimmernde Amethyst

[1] Min.-petr. Mitt., Bd. 19.

erinnert auch an eine Färbung, wie sie eine etwas konzentrierte Lösung von Rhodaneisen zeigt, doch ist in letzterem das Violette nicht vorhanden. Sehr verdünnte Lösungen von Rhodaneisen in Wasser zeigen eine bräunliche Färbung wie der Rauchtopas und bei noch größerer Verdünnung (fünf Tropfen in 500 cm^3 etwa) entsteht eine an Citrin erinnernde gelbe Färbung mit einem Stich ins Orangefarbene.

Aber das sind nur Analogien und bei Amethyst ist der Farbenunterschied gegen die Lösung doch ein beträchtlicher. W. Hermann erhielt im Stickstoffstrom beim Glühen von Amethyst die Citrinfärbung.

Andrerseits ist nicht recht einzusehen, warum beim Erwärmen entfärbter Amethyst, wenn er nur Rhodaneisen enthält, sich wieder durch Radium violett färben sollte; indessen ist es nicht ausgeschlossen, daß auch Rhodaneisen vorhanden sein kann, vielleicht neben einem anderen Farbstoff.

Eine sehr alte Hypothese ist die, daß Amethyst durch Mangan, und zwar durch ein mangansaures Salz gefärbt ist; aber dann wäre das Fehlen des Mangans bei der spektralanalytischen Untersuchung nicht erklärlich. Auch bei den Versuchen von Hermann verhielten sich Mangangläser anders, ebenso wie bei der Einwirkung des Radiums. Berthelot[1] hat neuerdings diese Hypothese wieder aufgestellt, aber seine Schlüsse sind anfechtbar. Wenn Lösungen von einzelnen Mangansalzen sich ähnlich verhalten, so ist der Schluß auf die festen Lösungen (falls solche vorliegen, was noch sehr zweifelhaft ist) nicht gestattet.

Was das Färbungsmittel des gelben Diamanten ist, welches allen Agenzien wiedersteht, läßt sich schwer sagen. Da es auch bei sehr hoher Temperatur nicht verschwindet, so ist keinesfalls organischer Farbstoff in ihm enthalten. Möglich wäre Eisen, auch Cer.

Saphir und Rubin.

In dieser Gruppe bringt die Untersuchung nicht viel Neues, da die Gelbfärbung blauer und weißer Saphire bereits durch

[1] L. c.

Miethe und Bordas bekannt wurde. Bemerkenswert ist aber das Resultat, daß sich die Saphire so verschieden verhalten, indem einzelne rasch gelb werden, andere erst durch lange Einwirkung blaßblau werden. Miethe meint, daß nur die Saphire von Birma unverändert blau bleiben. Dies scheint jedoch nicht der Fall zu sein, da auch Ceyloner Saphire sich so verhalten, wie auch die Saphire der Iserwiese, d. h. sie werden nur blässer. Der Schluß, den Bordas gezogen hat, daß alle blauen Saphire gelb werden, ist demnach nicht richtig. Es scheint also, daß bei Saphiren das Färbemittel nicht immer dasselbe ist; die schwarzblauen Saphire enthalten vielleicht noch einen zweiten färbenden Bestandteil, den die helleren Ceylonsaphire nicht haben.

Aber auch nicht allein Saphire von Birma werden nicht gelb, wie Miethe meint, sondern auch solche anderer Fundorte, darunter solche von Ceylon. Allerdings sind nicht alle Fundorte kontrollierbar, aber gerade die Ceyloner sind durch ihren Krystallhabitus leicht erkennbar.

Der Farbstoff des Rubins ist wahrscheinlich Chrom, doch ist die Möglichkeit, daß etwas Eisen außerdem vorhanden ist, nicht ausgeschlossen. Ebenso dürfte im gelben Korund Chrom wesentlichen Anteil an der Färbung haben, wie auch im grünen.

Was den Saphir anbelangt, so dürfte zwar Chrom auch vorhanden sein; es ist aber nicht unmöglich, daß außerdem noch ein zweiter Bestandteil an der Färbung teilnimmt.

Von technischem Interesse wäre es, wenn es sich durch weitere Versuche bestätigen würde, daß die natürlichen Rubine sich mehr unter der Einwirkung von Radiumstrahlen ändern wie die künstlichen, was für den Frémy'schen Rubin der Fall ist, weil dann ein Unterscheidungsmittel vorliegen würde; dagegen wird Frémy'scher Rubin im Stickstoffstrom heller.

Farbstoff des Topas.

Es ist kaum wahrscheinlich, daß die frühere Annahme, daß Topas organischen Farbstoff besitzt, richtig sei; jedenfalls ist, wie die Versuche mit Gasen und mit Radium zeigen, ein anorganischer Farbstoff vorhanden, der wohl auch im farblosen vorkommt. Vielleicht liegt hier der Fall vor (und auch für andere

Edelsteine, Saphir, Quarz, ist dies nicht unmöglich), daß zweierlei Stoffe vorliegen, ein in der Hitze verschwindender, vielleicht organischer, der durch den zweiten Farbebestandteil neutralisiert wird. Solche Neutralisation scheint durch die erwähnten Versuche Hermann's in einigen Fällen wahrscheinlich. Wird nämlich durch Erhitzen der organische Farbstoff entfernt, so bleibt dann die Farbe des zweiten anorganischen Färbungsmittels zurück.

Ich beabsichtige, diese Untersuchungen mit Radium fortzusetzen.